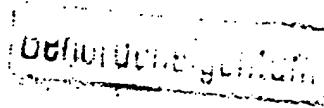


⑤

Int. Cl. 2:

H 02 P 13/22

⑯ **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**



DE 28 19 676 A 1

⑪

Offenlegungsschrift 28 19 676

⑫

Aktenzeichen: P 28 19 676.1

⑬

Anmeldetag: 5. 5. 78

⑭

Offenlegungstag: 20. 12. 79

⑮

Unionspriorität:

⑮ ⑮ ⑮ —

⑮

Bezeichnung: Schalt-Netzteil für hohe Eingangsspannungen

⑰

Anmelder: Brown, Boveri & Cie AG, 6800 Mannheim

⑱

Erfinder: Lüttich, Rolf, Dipl.-Ing., 6936 Schönbrunn

DE 28 19 676 A 1

BEST AVAILABLE COPY

2819676

Mp.-Nr. 555/78

Mannheim, den 2. Mai 1978
ZFE/P 3-Pn/Ha.

*Leitungen nachträglich
beschriftet.*

Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zur Verbraucherspeisung mit Halbbrückenwandler als Gleichspannungswandler, bei der zwischen den Eingangsklemmen Kondensatoren in Reihe geschaltet sind, denen jeweils die Reihenschaltung einer Primärwicklung eines Transformators mit einem Schalttransistor parallel liegen und bei der eine Sekundärwicklung des Transformators mit Dioden und einer Drossel beschaltet ist, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß mindestens zwei Halbbrückenwandler in Reihe geschaltet sind, die auf einem gemeinsamen Transformator Kern des Transformators (9) arbeiten, wobei jeweils paarweise aufeinanderfolgende Primärwicklungen (5, 6, 7, 8) des Transformators (9) gleichen Wickelsinn aufweisen und jeweils nicht benachbarte Schalttransistoren (T_1 , T_3 ; T_2 , T_4) in Gleichtakt ansteuerbar sind.

- 2 -

ORIGINAL INSPECTED

909851/0011

2. Schaltungsanordnung zur Verbraucherspeisung mit Doppel-durchflußwandler als Gleichspannungswandler, bei der jeweils in Reihe zu einer Primärwicklung eines Transformators ein Schalttransistor liegt und bei der Sekundärwicklungen der Transformatoren mit Dioden und einer Drossel beschaltet sind, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Durchflußwandler in Reihe geschaltet sind, wobei in Reihe zwischen Eingangs-klemmen (12,13) liegende Kondensatoren (C_6 , C_7) vorgesehen sind, denen jeweils die Reihenschaltung aus der Primärwicklung (16,19) eines Transformators (18,21) mit einem Schalttransistor (T_5 , T_6) parallel geschaltet ist.
3. Schalt-Netzteil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Entmagnetisierungswicklungen (17,20) der Transformatoren (18,21) auf den der entsprechenden Primärwicklung (16,19) parallel liegenden Kondensator (C_6 , C_7) speisen.
4. Schalt-Netzteil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Entmagnetisierungswicklungen (17,20) der Transformatoren (18,21) auf den der benachbarten Primärwicklung (19, 16) parallel liegenden Kondensator (C_7 , C_6) speisen.

DEUTSCHE PATENT-ANWALTSGESellschaft
MANNHEIM

Mp.-Nr.

Mannheim,
ZFE/P3-Pn/Ha.

"Schalt-Netzteil für hohe Eingangsspannungen"

Die Erfindung bezieht sich auf eine Schaltungsanordnung zur Verbraucherspeisung mit Halbbrückenwandler als Gleichspannungswandler, bei der zwischen den Eingangsklemmen Kondensatoren in Reihe geschaltet sind, denen jeweils die Reihenschaltung einer Primärwicklung eines Transformators mit einem Schalttransistor parallel liegen und bei der eine Sekundärwicklung des Transformators mit Dioden und einer Drossel beschaltet ist.

Die Erfindung bezieht sich desweiteren auf eine Schaltungsanordnung zur Verbraucherspeisung mit Doppeldurchflußwandler als Gleichspannungswandler, bei der jeweils in Reihe zu einer Primärwicklung eines Transformators ein Schalttransistor liegt und bei der Sekundärwicklungen der Transformatoren mit Dioden und einer Drossel beschaltet sind.

Die erfindungsgemäßen Schaltungsanordnungen zur Verbraucherspeisung bzw. Schalt-Netzteile mit Gleichspannungswandlern können zur potentialfreien Stromversorgung elektronischer Verbraucher aus Gleich- oder Wechselstromnetzen Anwendung finden.

- 4 -

909851/0011

Ein Schalt-Netzteil bzw. getaktetes Netzgerät mit sogenanntem "Halbbrückenwandler" ist beispielsweise aus der BBC-Druckschrift D NG 70181 D, BBC-Netzgeräte Cetact, Baureihe 200, Ein- und Mehrfach-Ausgang, Techn. Daten, Projektierungshinweise, Seite 2, Bild 1, bekannt. Das getaktete Netzgerät wird mit einer festen Taktfrequenz von 20 kHz betrieben, die Ausgangsspannung wird über Impulsbreitenregelung der netzseitig angeordneten Leistungsstufe mit Schalttransistoren stabilisiert.

Ein getaktetes Netzgerät mit sogenanntem "Doppeldurchflußwandler" ist beispielsweise aus dem Valvo-Seminar Schalt-Netzteile, Februar 1977, Vortragsreihe der Technischen Akademie Eßlingen, Kapitel Durchflußwandler, Seite 7, Bild 7, bekannt. Der Doppeldurchflußwandler eignet sich gut für Schalt-Netzteile hoher Leistung mit einem Ausgang.

Diese bekannten Schalt-Netzteile haben den Nachteil, daß sich bei Einsatz der derzeit handelsüblichen Schalttransistoren nur etwa 350...400 V Eingangsgleichspannung sicher beherrschen lassen. Damit ist es nicht möglich, ein Schalt-Netzteil im Direktbetrieb am Drehstromnetz 3 x 380 V zu betreiben, da hierbei unter Einberechnung einer Netzspannungstoleranz von + 20% eine Zwischenkreisgleichspannung von 650 V auftritt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Schalt-Netzteil mit Gleichspannungswandler derart zu gestalten, daß es für hohe Eingangsspannungen, insbesondere für den Betrieb an einem dreiphasigen Drehstromnetz, geeignet ist.

- 5 -

BEST AVAILABLE COPY

Diese Aufgabe wird bei einem Schalt-Netzteil mit Halbbrückenwandler erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß mindestens zwei Halbbrückenwandler in Reihe geschaltet sind, die auf einem gemeinsamen Transformatorkern des Transformators arbeiten, wobei jeweils paarweise aufeinanderfolgende Primärwicklungen des Transformators gleichen Wicksinn aufweisen und jeweils nicht benachbarte Schalttransistoren in Gleichtakt ansteuerbar sind.

Die Lösung der gestellten Aufgabe besteht bei einem Schalt-Netzteil mit Doppeldurchflußwandler erfindungsgemäß darin, daß die einzelnen Durchflußwandler in Reihe geschaltet sind, wobei in Reihe zwischen Eingangsklemmen liegende Kondensatoren vorgesehen sind, denen jeweils die Reihenschaltung aus der Primärwicklung eines Transformators mit einem Schalttransistor parallel geschaltet ist.

Die Entmagnetisierungswicklungen der Transformatoren speisen dabei auf den der entsprechenden Primärwicklung parallel liegenden Kondensator.

Alternativ hierzu können die Entmagnetisierungswicklungen der Transformatoren auch auf den der benachbarten Primärwicklung parallel liegenden Kondensator speisen.

Die mit der Erfindung erzielbaren Vorteile bestehen insbesondere darin, daß die Spannungsbeanspruchung der Schalttransistoren im Vergleich zu herkömmlichen Schalt-Netzteilen reduziert wird. Es können also höhere Eingangsspannungen als bisher üblich angelegt werden. Die erfindungsgemäßen Schalt-Netzteile haben einen hohen Wirkungsgrad und geringe Verlustwärme. Schalt-Netzteile mit Doppeldurchflußwandler sind ferner unempfindlich gegen Streuung

6
- # -
BEST AVAILABLE COPY

909851/0011

der Bauelemente, d.h. insbesondere gegen Streuung der Schalttransistoren.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind im folgenden anhand der Zeichnungen dargestellt.

Es zeigen:

- Fig. 1 ein erfindungsgemäßes Schalt-Netzteil mit Halbbrückenwandler,
- Fig. 2 ein erfindungsgemäßes Schalt-Netzteil mit Doppeldurchflußwandler,
- Fig. 3 eine Variante zu Fig. 2,
- Fig. 4a die interessierenden zeitlichen Verläufe von Ansteuer- bis 4f signalen, Spannungen und Strömen.

In Fig. 1 ist ein erfindungsgemäßes Schalt-Netzteil mit Halbbrückenwandler dargestellt. Zwischen Eingangsklemmen 1 und 2 der Schaltung liegt die Eingangsgleichspannung U_e an, wobei Klemme 1 mit dem positiven Pol, Klemme 2 mit dem negativen Pol verbunden ist. Die stabilisierte Ausgangsspannung U_A kann an Ausgangsklemmen 3 und 4 abgegriffen werden, wobei Klemme 3 positive, Klemme 4 negative Polarität aufweisen.

Zwischen den Eingangsklemmen 1 und 2 sind vier Kondensatoren C_1, C_2, C_3 und C_4 in Reihe angeordnet. Die Verbindungspunkte zwischen den Kondensatoren C_1, C_2, C_3, C_4 untereinander und die beiden Endpunkte der Kondensator-Reihenschaltung sind vier Primärwicklungen 5, 6, 7 und 8 eines Transformators 9 zugeführt, wobei die Primärwicklungen 5, 6, 7, 8 jeweils gleichartig sind und auf den gleichen Transformator kern arbeiten, jedoch teilweise unterschiedlichen Wickelsinn aufweisen. Die Primärwicklungen 5 und 7 sowie 6 und 8 haben jeweils gleichen Wickelsinn.

Im einzelnen ist Klemme 1 mit Kondensator C_1 und einer Anschlußklemme der Primärwicklung 5 verbunden, deren weitere Anschlußklemme über der Kollektor-Emitter-Strecke eines Schalt- bzw. Leistungstransistors T_1 an der Verbindung der Kondensatoren C_1 und C_2 sowie einer Anschlußklemme der Primärwicklung 6 liegt. Die weitere Anschlußklemme der Primärwicklung 6 ist über der Kollektor-Emitter-Strecke eines Schalttransistors T_2 der Verbindung der Kondensatoren C_2 und C_3 sowie einer Klemme der Primärwicklung 7 zugeführt.

Die weitere Anschlußklemme der Primärwicklung 7 liegt über der Kollektor-Emitter-Strecke eines Schalttransistors T_3 an der Verbindung der Kondensatoren C_3 und C_4 sowie an einer Anschlußklemme der Primärwicklung 8. Die weitere Anschlußklemme dieser Primärwicklung 8 ist über der Kollektor-Emitter-Strecke eines Schalttransistors T_4 der Eingangsklemme 2 und dem Kondensator C_4 zugeführt.

Der Transformator 9 weist eine Sekundärwicklung 10 mit Mittelanzapfung auf. Die beiden äußeren Klemmen der Sekundärwicklung 10 sind über Dioden D_1 und D_2 zusammengeschaltet und über eine Drossel 11 der Ausgangsklemme 3 zugeführt. Die Dioden D_1 , D_2 sind dabei kathodenseitig verbunden. Die Mittelanzapfung der Sekundärwicklung 10 ist der Ausgangsklemme 4 zugeführt. Zwischen den Ausgangsklemmen 3 und 4 ist ein Kondensator C_5 angeordnet.

Die Kollektor-Emitter-Spannungen an den Schalttransistoren T_1 , T_2 , T_3 und T_4 sind jeweils mit U_{CE1} , U_{CE2} , U_{CE3} und U_{CE4} bezeichnet. Die vor der Drossel 11 abfallende Spannung ist mit U_A' und der ausgangsseitig über Klemme 3 fließende Strom ist mit I_A gekennzeichnet. Die Spannungen zwischen den Kollektoren der Transistoren T_1 , T_2 , T_3 , T_4 und der als Bezugsklemme dienenden Klemme 2 sind mit U_1 , U_2 , U_3 , U_4 bezeichnet, wobei U_{CE4} der Spannung U_4 entspricht.

In Fig. 2 ist ein erfindungsgemäßes Schalt-Netzteil mit Doppel-durchflußwandler dargestellt. Zwischen Eingangsklemmen 12 und 13 der Schaltung liegt die Eingangsgleichspannung U_E an, wobei Klemme 12 mit dem positiven Pol, Klemme 13 mit dem negativen Pol verbunden ist. Die stabilisierte Ausgangsspannung U_A kann an Ausgangsklemmen 14 und 15 abgegriffen werden, wobei Klemme 14 positiv, Klemme 15 negative Polarität aufweisen. Zwischen den Eingangsklemmen 12 und 13 sind zwei Kondensatoren C_6 und C_7 in Reihe angeordnet. Im einzelnen ist Klemme 12 mit dem Kondensator C_6 , mit der Anschlußklemme einer Primärwicklung 16 und mit der Anschlußklemme einer Entmagnetisierungswicklung 17 eines Transformators 18 verbunden. Die weitere Anschlußklemme der Primärwicklung 16 ist über die Kollektor-Emitter-Strecke eines Schalttransistors T_5 der gemeinsamen Verbindung der Kondensatoren C_6 und C_7 sowie der Anschlußklemme einer Primärwicklung 19 und der Anschlußklemme einer Entmagnetisierungswicklung 20 eines Transformators 21 zugeführt. Die beiden

Entmagnetisierungswicklungen 17 und 20 sind über eine Diode D_3 miteinander verbunden, wobei die Diode D_3 kathodenseitig an Wicklung 17 liegt.

Die weitere Anschlußklemme der Primärwicklung 19 ist über die Kollektor-Emitter-Strecke eines Schalttransistors T_6 mit dem Kondensator C_7 , der Eingangsklemme 13 und über eine Diode D_4 mit der Entmagnetisierungswicklung 20 verbunden, wobei die Diode D_4 kathodenseitig an Wicklung 20 liegt.

Die Transformatoren 18 bzw. 21 weisen Sekundärwicklungen 22 bzw. 23 auf. Die Ausgangsklemme 14 liegt über einer Drossel 24 und einer Diode D_5 an einer ersten Anschlußklemme der Sekundärwicklung 22 sowie über einer Diode D_6 an einer ersten Anschlußklemme der Sekundärwicklung 23, wobei die Dioden D_5 und D_6 kathodenseitig verbunden sind. Die jeweils weiteren Anschlußklemmen der Wicklungen 22 und 23 sind direkt der Ausgangsklemme 15 zugeführt.

Eine Diode D_7 überbrückt jeweils die Ausgänge der beiden parallel liegenden Wicklungen 22 und 23 und liegt dabei kathodenseitig an den Dioden D_5 und D_6 . Zwischen den Ausgangsklemmen 14 und 15 ist ein Kondensator C_8 angeordnet. Die Transformatoren 18 und 21 weisen jeweils gleichen Wickelsinn auf. Die in den Zeichnungen eingetragenen Punkte zeigen dabei den Wickelsinn auf.

Die Kollektor-Emitter-Spannungen an den Schalttransistoren T_5 und T_6 sind jeweils mit U_{CE5} und U_{CE6} bezeichnet. Die vor der Drossel 24 abfallende Spannung ist mit U_A' und der ausgangseitig über Klemme 14 fließende Strom ist mit I_A gekennzeichnet.

Die Spannungen zwischen den Kollektoren der Transistoren T_5, T_6 und der als Bezugsklemme dienenden Klemme 13 sind mit U_5, U_6 bezeichnet, wobei U_{CE6} der Spannung U_6 entspricht.

In Fig. 3 ist eine Variante des erfindungsgemäßen Schalt-Netz- teiles mit Doppeldurchflußwandler gemäß Fig. 2 dargestellt, und zwar sind die Entmagnetisierungswicklungen 17 und 20 der Transformatoren 18 und 21 in anderer Weise als unter Fig. 2 betrieben verschaltet.

Die eine Anschlußklemme der Wicklung 17 liegt nicht mehr an der Klemme 12, sondern an der Verbindung der Kondensatoren C_1 und C_2 . Die weitere Anschlußklemme der Wicklung 17 ist über die Diode D_3 der Klemme 13 zugeführt, wobei die Diode D_3 kathoden- seitig an Klemme 17 liegt.

Die eine Anschlußklemme der Entmagnetisierungswicklung 20 liegt nicht mehr am Verbindungspunkt der Kondensatoren C_6 und C_7 , sondern an Eingangsklemme 12. Die weitere Anschlußklemme der Wicklung 20 ist über die Diode D_4 dem Verbindungspunkt der Kon- densatoren C_6 und C_7 zugeführt, wobei die Diode D_4 kathoden-

seitig an Klemme 20 liegt. Die weitere Beschaltung der Anordnung gemäß Fig. 3 ist analog der unter Fig. 2 beschriebenen.

Im folgenden wird die Funktionsweise der erfindungsgemäßen Schalt-Netzteile erläutert.

Die Schalt-Netzteile sollen dabei allgemein eine galvanisch von der netzseitigen Eingangsspannung getrennte, stabilisierte Ausgangs-Gleichspannung abgeben. Das eingangsseitig anliegende dreiphasige Spannungssystem 380 V wird mittels eines nicht dargestellten Gleichrichters gleichgerichtet, gesiebt und diese Gleichspannung U_E wird den Eingangsklemmen 1 und 2 bzw. 12 und 13 zugeführt. Eine umzuformende Gleichspannung wird den Eingangsklemmen 1 und 2 bzw. 12 und 13 direkt zugeführt.

Eine ungefähr gleichmäßige Spannungsaufteilung der Eingangsspannung U_E auf die einzelnen Primärwicklungen 5, 6, 7 und 8 des Transformators 9 wird durch den kapazitiven Spannungsteiler C_1, C_2, C_3 und C_4 beim Halbbrückenwandler-Netzgerät hergestellt, beim Doppeldurchflußwandler-Netzgerät erfolgt die kapazitive Spannungsteilung der Eingangsspannung U_E auf die Primärwicklung^{en} 16 und 19 der Transformatoren 18 und 21 durch die Kondensatoren C_6 und C_7 .

Die so erhaltenen Gleichspannungen werden mit Hilfe der schnell schaltenden Transistoren T_1, T_2, T_3, T_4, T_5 und T_6 zerhackt. Die Schalttransistoren werden dabei mit einer festen Takt-

-12-

frequenz von beispielsweise 20 kHz betrieben.

Es sind selbstverständlich auch andere Taktfrequenzen einsetzbar, jedoch sollte die Taktfrequenz über der oberen Hörgrenze des menschlichen Gehörs liegen, um Störfreiheit zu erzielen.

Die Leistungstransistoren $T_1 \dots T_6$ werden üblicherweise potentialfrei von einer Steuerlogik über hier nicht dargestellte Übertrager an ihren Basen angesteuert und dienen als geregelte Schalter. Mit Hilfe der schnellen Schalt- bzw. Leistungstransistoren $T_1 \dots T_4$ bzw. T_5, T_6 wird eine 20 kHz-Wechselspannung erzeugt, die den Leistungsübertragern, d.h. den Transformatoren 9 bzw. 18 und 21 zugeführt wird.

Die Transformatoren 9, 18, 21 übersetzen diese Wechselspannung auf die gewünschte Potentialebene und übernehmen gleichzeitig die Potentialtrennung. Die an den Sekundärwicklungen 10 bzw. 22, 23 der Transformatoren 9 bzw. 18, 21 gewonnenen Spannungen werden jeweils durch die Dioden D_1, D_2 bzw. D_5, D_6 gleichgerichtet und mittels der Drossel-Kondensator-Anordnungen 11, C_5 bzw. 24, C_8 gesiebt.

Beim Schalt-Netzteil mit Halbbrückenwandler gemäß Fig. 1 wirken D_1 und D_2 als Freilaufdioden, beim Schalt-Netzteil mit Doppeldurchflußwandler gemäß Fig. 2, 3 wirkt D_7 als Freilaufdiode.

Die gewünschte Ausgangsspannung U_A wird durch Verstellen der Breite des Ansteuersignales für die Schalttransistoren $T_1 \dots T_6$ eingestellt und über eine Impulsbreitenregelung stabilisiert.

Das Tastverhältnis der 20 kHz-Steuerspannung für die Leistungstransistoren $T_1 \dots T_6$ wird dabei je nach gewünschter Ausgangsspannung U_A bei fester Taktfrequenz verändert, und zwar wird mit steigender Impulsbreite die Ausgangsspannung U_A größer.

Eine weitere Möglichkeit der Veränderung der Ausgangsspannung U_A besteht darin, die Taktfrequenz zu beeinflussen.

Werden mehr als eine Ausgangsspannung gefordert, so wird die Anzahl der Sekundärwicklungen der Leistungsübertrager, d.h. der Transformatoren 9 bzw. 18 und 21 entsprechend erhöht, wobei die Anzahl der Sekundärwicklungen des Leistungsübertragers stets der Anzahl der Ausgangsspannungen ist.

Zur Funktionsweise des Netzgerätes mit Halbbrückenwandler gemäß Fig. 1 werden im folgenden die interessierenden zeitlichen Verläufe von Ansteuersignalen, Spannungen und Strömen gemäß Fig. 4 betrachtet.

In Fig. 4a sind die Ansteuersignale S_{T1} und S_{T3} für die Transistoren T_1 und T_3 sowie in Fig. 4b die Ansteuersignale S_{T2} und S_{T4} für die Transistoren T_2 und T_4 dargestellt.

14
- 15 -

909851/0011

Die Transistoren T_1 und T_3 befinden sich in den Zeiträumen $t_1 \leq t < t_2$, $t_1' \leq t < t_2'$, $t_1'' \leq t < t_2''$... in leitendem Zustand, d.h. ihre Kollektor-Emitter-Strecken sind durchgesteuert (in Fig. 4: H $\hat{=}$ Ein-Zustand, L $\hat{=}$ Aus-Zustand des Transistors).

Die Transistoren T_2 und T_4 leiten in den Zeiträumen $t_3 \leq t < t_4$, $t_3' \leq t < t_4'$... und befinden sich in den übrigen Zeiträumen im Sperrzustand.

In Fig. 4c sind die zeitlichen Verläufe der Spannungen zwischen den Kollektoren der Transistoren T_1 , T_2 , T_3 , T_4 und der Klemme 2 des Halbbrückenwandler-Netzteiles gemäß Fig. 1 dargestellt.

Die Transistoren T_1 und T_3 sowie die Transistoren T_2 und T_4 werden jeweils gemeinsam, die Transistorpaare T_1/T_3 und T_2/T_4 jeweils im Gegentakt angesteuert, wobei im Anschluß an jede Leitphase sämtliche Transistoren gesperrt sind.

Wie aus Fig. 4c ersichtlich ist, weist die Spannung U_1 (strichpunktuiert dargestellt) im Zeitraum $t_1 \leq t < t_2$ ihren Minimalwert $3/4 U_E$ auf (Transistor T_1 befindet sich im leitenden Zustand), die Spannung U_2 (gepunktet dargestellt) erreicht ihren Maximalwert U_E (Transistor T_2 befindet sich im Sperrzustand), die Spannung U_3 (gestrichelt dargestellt) weist ihren Minimalwert $1/4 U_E$ auf (Transistor T_3 leitet) und die Spannung U_4 (durchgezogener Linienzug) erreicht ihren Maximalwert $1/2 U_E$ (Transistor T_4 sperrt). Die vor der Drossel 11 abfallende Spannung U_A' weist im Zeitraum $t_1 \leq t < t_2$ ihren Scheitelwert \hat{U}_A' auf (Fig. 4e).

Der über die Ausgangsklemme 3 abfließende Strom I_A steigt von seinem Minimalwert I_{AU} zum Zeitpunkt t_1 auf seinen Maximalwert \hat{I}_A zum Zeitpunkt t_2 (Fig. 4f).

Im nachfolgenden Zeitraum $t_2 \leq t < t_3$ sind sämtliche Transistoren gesperrt. Die Spannung U_1 hat jetzt den Wert U_E , die Spannung U_2 ist auf den Wert $3/4 U_E$ abgefallen, die Spannung U_3 weist den Wert $1/2 U_E$ und die Spannung U_4 den Wert $1/4 U_E$ auf (Fig. 4c). Die Spannung U_A' ist auf den Wert 0 abgefallen (Fig. 4e). Es bildet sich ein Transformator-Entmagnetisierungsstrom I_A über die jetzt als Freilauf-Dioden wirkenden Dioden D_1 und D_2 , der vom Scheitelwert \hat{I}_A auf den Minimalwert I_{AU} abfällt (Fig. 4f).

Im Zeitraum $t_3 \leq t < t_4$ leiten die Transistoren T_2 und T_4 , die Transistoren T_1 und T_3 befinden sich im Sperrzustand. Die Spannung U_1 hat ihren Maximalwert $5/4 U_E$ erreicht, die Spannung U_2 ist auf ihren Minimalwert $1/2 U_E$ abgefallen, die Spannung U_3 weist ihren Maximalwert $3/4 U_E$ auf und die Spannung U_4 hat ihren Minimalwert 0 (Fig. 4c). Die Spannung U_A' hat ihren Scheitelwert \hat{U}_A' erreicht (Fig. 4e) und der Strom I_A steigt vom minimalen Wert I_{AU} auf den maximalen Wert \hat{I}_A an (Fig. 4f).

Im darauffolgenden Zeitraum $t_4 \leq t < t_1'$ sind wiederum sämtliche Transistoren gesperrt. Die Spannung U_1 hat den Wert U_E , die Spannung U_2 ist auf den Wert $3/4 U_E$ angestiegen, die Spannung U_3 weist den Wert $1/2 U_E$ und die Spannung U_4 den Wert $1/4 U_E$ auf (Fig. 4c).

Die Spannung U_A' hat den Wert 0 (Fig. 4e) und der Transformator-Entmagnetisierungsstrom I_A fällt vom Wert \hat{I}_A auf den Wert I_{AU} ab (Fig. 4f). Der Strom I_A fließt dabei wiederum über die als Freilauf-Dioden wirkenden Dioden D_1, D_2 .

Die einzelnen Kollektor-Emitter-Spannungen $U_{CE1}, U_{CE2}, U_{CE3}, U_{CE4}$ oszillieren jeweils zwischen den Werten $U_{CE} = 0$ und $U_{CE} = 1/2 U_E$, d.h., die Transistoren müssen jeweils nur für eine Sperrspannung von $1/2 U_E$ ausgelegt werden.

In den darauffolgenden Zeiträumen wiederholen sich die beschriebenen Strom- und Spannungsverläufe. Es ergibt sich ein ausgangsseitig fließender Strommittelwert von I_{AM} .

Im folgenden werden ^{die} interessierenden Spannungen und Ströme für das Netzgerät mit Doppeldurchflußwandler gemäß Fig. 2,3 betrachtet.

In Fig. 4a ist das Ansteuersignal S_{T5} für den Transistor T_5 und in Fig. 4b das Ansteuersignal S_{T6} für den Transistor T_6 dargestellt. Der Transistor T_5 befindet sich danach im Zeitraum $t_1 \leq t < t_2$ im leitenden Zustand, der Transistor T_6 ist im Zeitraum $t_3 \leq t < t_4$ durchgesteuert. In den übrigen Zeiträumen befinden sich die Transistoren T_5, T_6 jeweils im Sperrzustand.

In Fig. 4d sind die zeitlichen Verläufe der Spannungen zwischen den Kollektoren der Transistoren T_5, T_6 und der Klemme 13 des Doppeldurchflußwandler-Netzgerätes gemäß Fig. 2,3 dargestellt.

Im Zeitraum $t_1 \leq t < t_2$ weist die Spannung U_5 (durchgezogener Linienzug) ihren Minimalwert 0 auf (Transistor T_5 befindet sich im leitenden Zustand) und die Spannung U_6 (gestrichelt dargestellt) hat den Wert U_E . Die vor der Drossel 24 abfallende Spannung U_A' weist ihren Scheitelwert \hat{U}_A' auf (Fig. 4e). Der über die Diode D_5 und die Ausgangsklemme 14 abfließende Strom I_A steigt von seinem Minimalwert I_{AU} zum Zeitpunkt t_1 auf seinen Maximalwert \hat{I}_A zum Zeitpunkt t_2 an (Fig. 4f).

Im nachfolgenden Zeitraum $t_2 \leq t < t_3$ sind beide Transistoren T_5 , T_6 gesperrt. Die Spannungen U_5 und U_6 weisen beide den Wert U_E auf (Fig. 4d). Die Spannung U_A' ist auf den Wert 0 abgesunken (Fig. 4e) und der Strom I_A , der in dieser Freilaufphase über die leitende Diode D_7 fließt, sinkt vom Wert \hat{I}_A auf den Wert I_{AU} (Fig. 4c).

Die während der vorausgegangenen Leitphase des Transistors T_5 vom Transformator 18 aufgenommene Magnetisierungsenergie wird über die Entmagnetisierungswicklung 17 während dieser Sperrphase an die zwischen den Eingangsklemmen 12,13 liegende Gleichstromquelle zurückgeliefert.

Im Zeitraum $t_3 \leq t < t_4$ sperrt Transistor T_5 , während sich Transistor T_6 im Leitzustand befindet. Die Spannungen U_5 und U_6 weisen den Wert $\frac{U_E}{2}$ auf (Fig. 4d). Die Spannung U_A' hat wiederum ihren Scheitelwert \hat{U}_A' erreicht (Fig. 4e) und der jetzt über

Diode D_6 fließende Strom I_A steigt von seinem Minimalwert I_{AU} auf seinen maximalen Wert \hat{I}_A an (Fig. 4f).

Im darauffolgenden Zeitraum $t_4 \leq t < t_1'$ sind wiederum beide Transistoren T_5 , T_6 gesperrt. Die Spannung U_5 behält den Wert U_E bei, während die Spannung U_6 ihren Maximalwert $3/2 U_E$ erreicht hat (Fig. 4d). Die Spannung U_A' hat wiederum den Wert 0 (Fig. 4e) und der in dieser Freilaufphase über die Diode D_7 fließende Strom I_A sinkt vom Wert \hat{I}_A auf den Wert I_{AU} (Fig. 4f).

Die während der vorausgegangenen Leitphase des Transistors T_6 vom Transformator 21 aufgenommene Magnetisierungsenergie wird über die Entmagnetisierungswicklung 20 während dieser Sperrphase an die zwischen den Eingangsklemmen 12, 13 liegende Gleichstromquelle zurückgeliefert.

In den darauffolgenden Zeiträumen wiederholen sich die beschriebenen Strom- und Spannungsverläufe. Es ergibt sich ein ausgangseitig fließender Strommittelwert I_{AM} .

Die Kollektor-Emitter-Spannungen U_{CE5} , U_{CE6} oszillieren jeweils zwischen den Werten $U_{CE} = 0$ und $U_{CE} = U_E$, d.h., die Transistoren müssen für eine Sperrspannung von U_E ausgelegt werden.

Die aus den Fig. 2 und 3 ersichtliche unterschiedliche Beschaltung der Entmagnetisierungswicklungen 17 und 20 äußert sich darin, daß gemäß Fig. 2 die Rückmagnetisierungswicklung 17 über die

Diode D_3 auf den Kondensator C_6 und die Rückmagnetisierungs-
wicklung 20 über die Diode D_4 auf den Kondensator C_7 speist,
während gemäß Fig. 3 die Rückmagnetisierungswicklung 17 über
die Diode D_3 auf den Kondensator C_7 und die Rückmagnetisierungs-
wicklung 20 über die Diode D_4 auf den Kondensator C_6 speist.

Die erfindungsgemäßen Schalt-Netzteile sind besonders bei
Stromversorgungsanlagen größerer Leistung mit Erfolg einsetz-
bar, wobei insbesondere ab etwa 1 KW Ausgangsleistung die
Lösung mit Doppeldurchflußwandler vorteilhafter ist.

Falls das Schalt-Netzteil an noch höhere Eingangsspannungen
als ca. 650 V angeschlossen werden soll, läßt sich das er-
findungsgemäße Prinzip der Reihenschaltung von Primärwicklungen
von Halbbrückenwandlern bzw. der Reihenschaltung von einzelnen
Durchflußwandlern beliebig fortsetzen.

909851/0011

- 20.
Leerseite

BEST AVAILABLE COPY

Fig.1

2819676

-23-

Nummer:
Int. Cl. 2:
Anmeldetag:
Offenlegungstag:

28 19 676
H 02 P 13/22
5. Mai 1978
20. Dezember 1979

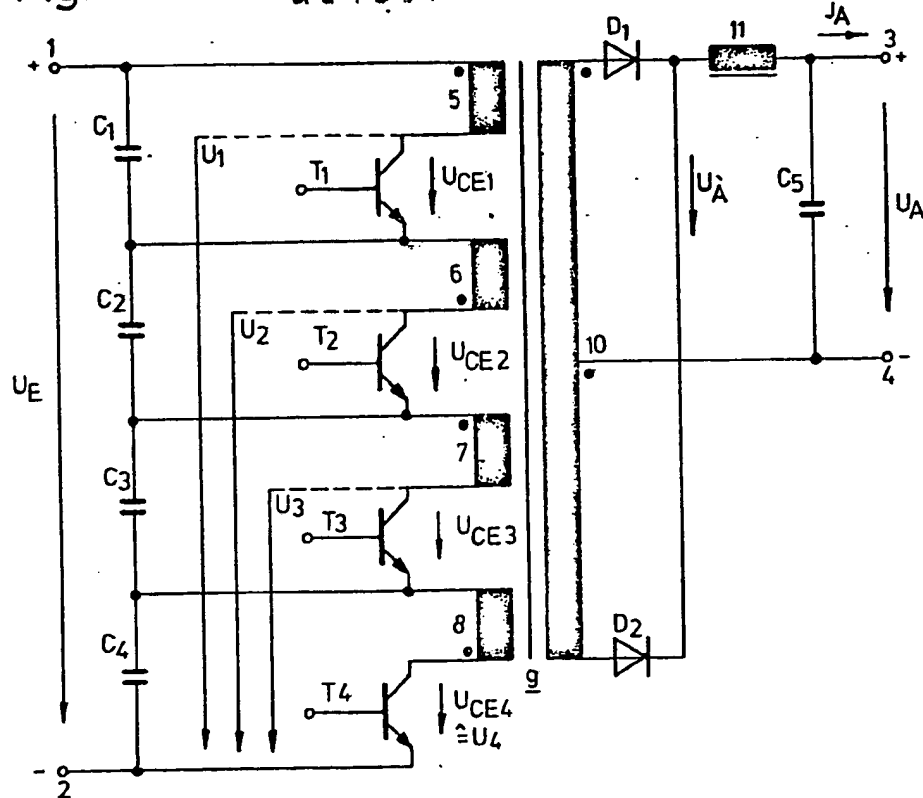
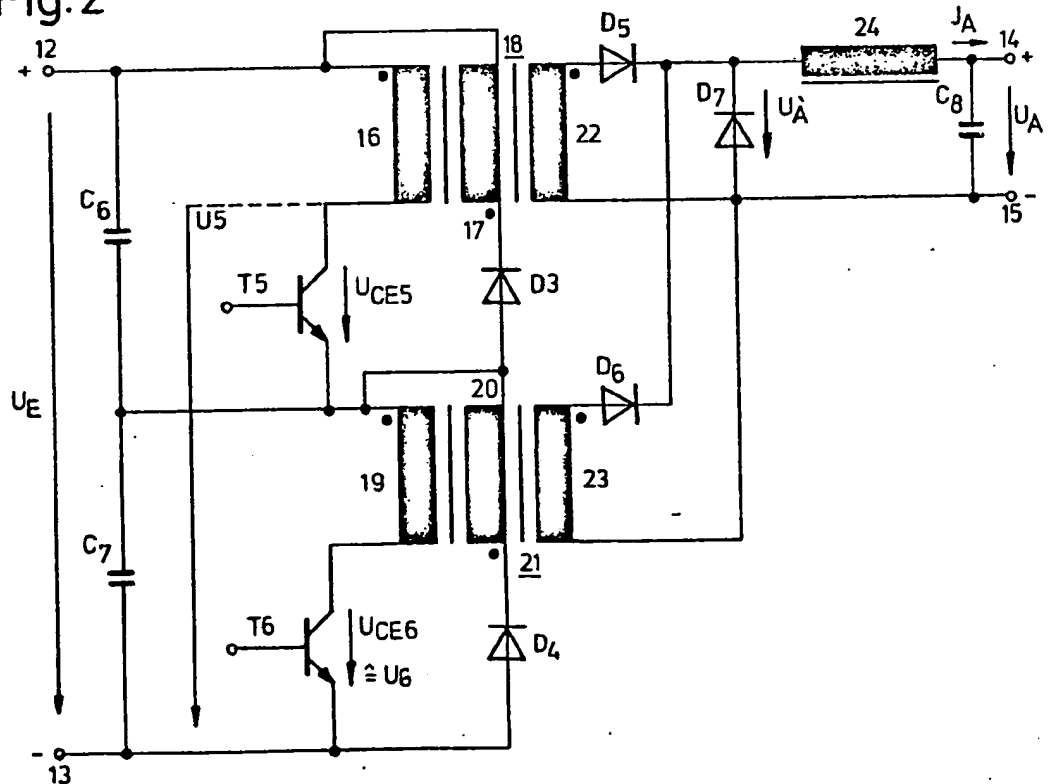


Fig.2

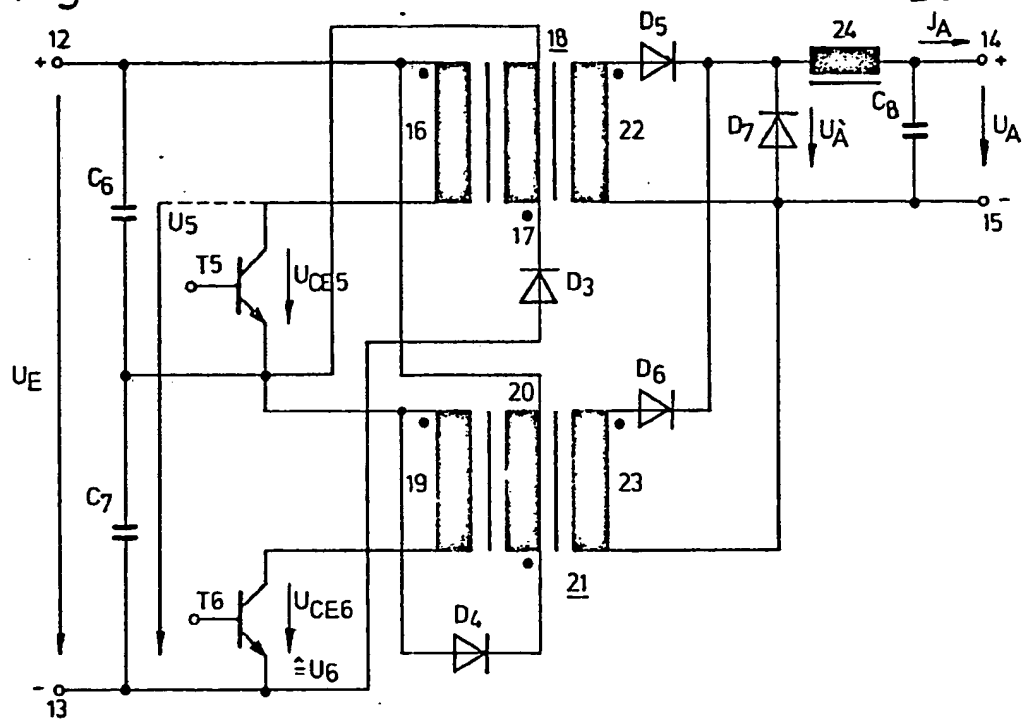


909851/0011

Fig. 3

-21-

2819676

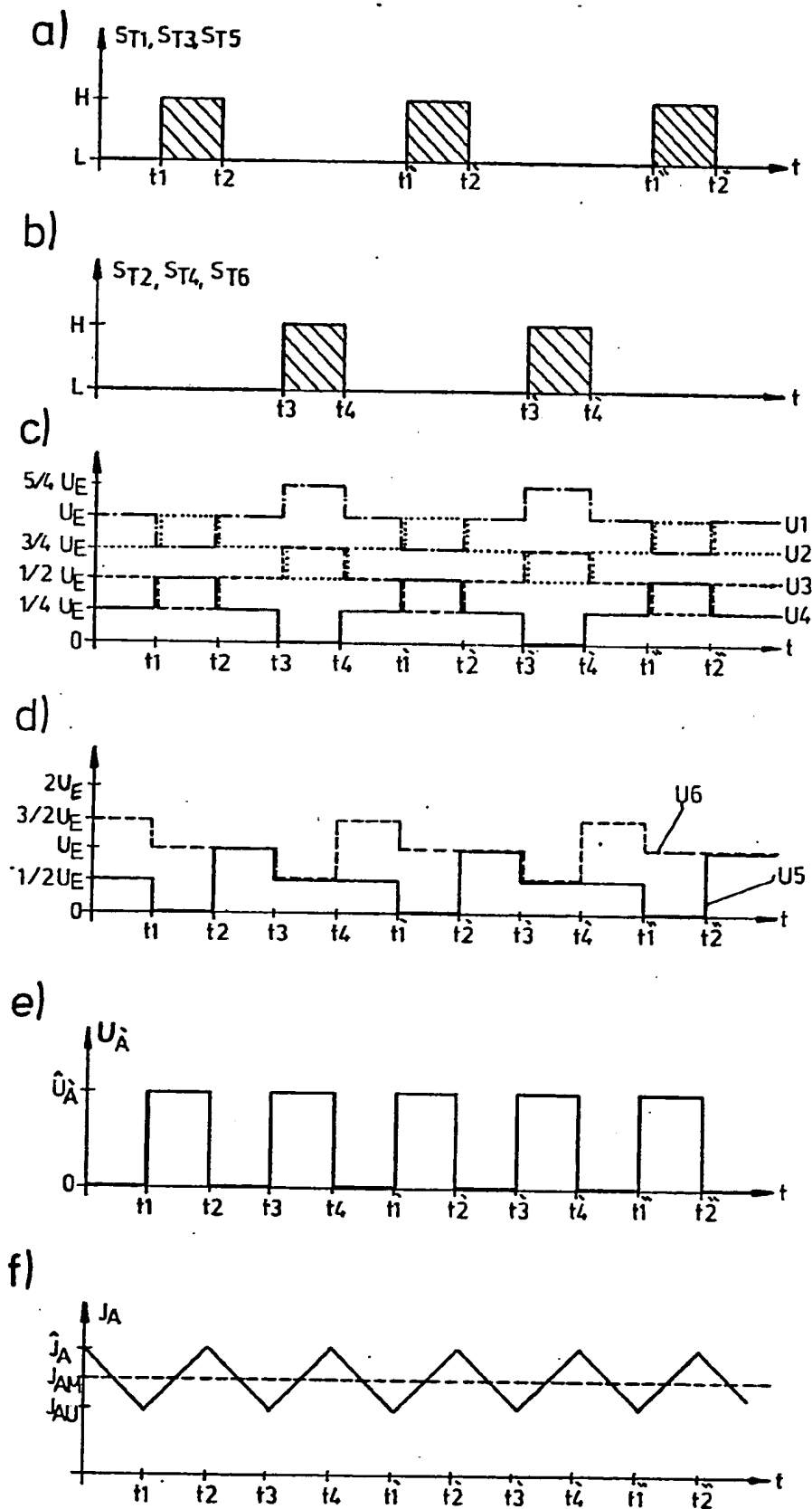


909851/0011

Fig. 4

-22-

2819676



BEST AVAILABLE COPY

909851/0011

9/7/05, EAST Version: 2.0.1.4